Untersuchungen über Blutviskosität und ihre Beeinflussung durch Narkose

---

Von

Robert Teischinger

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik München
Vorstand: Professor Dr. Magnus

Untersuchungen über Blutviskosität und ihre Beeinflussung durch Narkose

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Robert Teischinger
aus Hamburg-Harburg.

München 1939
Druck von Ph. Waizmann, München, Landwehrstraße 24

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent:
Privatdozent Dr. Jaeger

Tag der mündlichen Prüfung:
28. 4. 1939

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Untersuchungen über Blutviskosität und ihre Beeinflussung durch Narkose

Viskosität ist die Zähigkeit einer Flüssigkeit, das heißt die innere Reibung, die sich durch die Kraft ausdrückt, die die Flüssigkeitsteilchen bei ihrer Verschiebung zu überwinden haben. Um diesen Wert zahlenmäßig zu erfassen, wird von der Viskosität des destillierten Wassers ausgegangen, dessen Wert gleich 1 gesetzt wird. Die zu messende Flüssigkeit wird also in ein Verhältnis zu der des Wassers gebracht. Man spricht daher von der relativen Viskosität im Gegensatz zur absoluten Viskosität der Physiker, die als die Kraft formuliert wird, die der Bewegung einer Flüssigkeitsschicht von der Flächeneinheit 1 entgegenwirkt, die im Abstand 1 von einer ruhenden Schicht vorbeibewegt wird.

Grundlegend für die Konstruktion von Viskosimetern war das Gesetz von Hagen-Poiseuille, das für alle Flüssigkeiten gilt, die die Kapillarwände benetzen. Es lautet:

$$V = K \cdot \frac{P \cdot D^4}{L} \cdot t$$

wobei V die Flüssigkeitsmenge, P den Druck, D den Durchmesser und L die Länge der Kapillare und t die Zeit darstellt. K ist ein Faktor, der für die betreffende Flüssigkeit konstant ist.

Es kann nun von 2 Überlegungen ausgegangen werden:

1. kann die Zeit bestimmt werden, die eine Flüssigkeit benötigt, um eine Kapillare von einer bestimmten Länge zu durchfließen oder
2. kann die Menge der Flüssigkeit erfaßt werden, die während einer bestimmten Zeit eine Kapillare durchfließt.

Beide Werte werden in Relation zum Wasser gebracht.

Viskosimeter, die nach dem ersten Prinzip arbeiten, also von der Zeit ausgehen, wurden von Ostwald, Determann, Hirsch-Beck entwickelt, erwiesen sich aber in der Praxis als zu umständlich und sind heute verlassen worden. Wesentlich einfacher in Konstruktion und Handhabung sind die Apparate, die auf Bestimmung der Durchflußmenge beruhen (Münzer, Block, Heß). Das Viskosimeter von Heß hat sich am besten bewährt und war die Grundlage einiger anderer Modelle, die sich nur durch kleine Verbesserungen und Vereinfachungen vom Orginalapparat unterscheiden.

Das Prinzip des Heß'schen Viskosimeter ist folgendes: Zwei genau gleich weite graduierte Kapillaren sind über einen Hahn mit einer saugenden Kraft, z. B. einem Gummiballon verbunden. In dem einen Röhrchen befindet sich Aqua dest., in dem anderen die zu untersuchende Flüssigkeit. Werden jetzt beide Flüssigkeitssäulen unter gleichem Druck durch die Kapillaren getrieben, so wird die gegenüber Wasser viskösere Flüssigkeit, in unserem Falle das Blut, durch die innere Reibung hinter der Wassersäule zurückbleiben. Da die Länge und Weite der Kapillaren bekannt ist, läßt sich die Proportion einsetzen:

$$\frac{\text{Durchflussvolumen des Wassers}}{\text{Durchflussvolumen des Blutes}} = \frac{\text{Viskosität des Blutes}}{\text{Viskosität des Wassers}}$$

In der Praxis wird einfach das Vordringen der Blutsäule beim Teilstrich 1 der Kapillare unterbrochen und am Stand des Wassermeniskus läßt sich die Blutviskosität direkt ablesen. Ist z. B. die Wasserkapillare bis 5,4 vorgerückt, so bedeutet dies eine Blutviskosität von 5,4. Ausgedrückt wird dieser Wert durch den griechischen Buchstaben η. In diesem Falle also $\eta = 5{,}4$.

Bei den unten beschriebenen Untersuchungen wurde mit dem Apparat von Hellige gearbeitet, der eine Verbesserung gegenüber dem Heß'schen Apparat insoweit darstellt, als statt des üblichen Hahnes ein Dreiwege-Hahn die Verbindung zwischen den einzelnen Röhrchen herstellt. Außerdem ist die Blutkapillare abnehmbar, wodurch das Aufsaugen von Blut und die Reinigung des Systems außerordentlich vereinfacht wurde. Mit dem Hellige'schen Apparat sind nach einiger Übung in einer Stunde leicht ca. 15—20 Untersuchungen auszuführen, eine Zahl, die mit dem Heß'schen Modell nicht annähernd erreicht werden kann. Das Arbeiten mit dem Viskosimeter erfordert trotz seiner Einfachheit einige Übung, um zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen. Sehr wichtig ist die peinlichste Sauberkeit bei den Untersuchungen. Die Blutkapillare muß sofort nach der Messung ausgeblasen und mit Ammoniak gereinigt

werden. Das Ammoniak bleibt zwischen den Versuchen im Röhrchen und wird erst unmittelbar vor Gebrauch aus der Kapillare entfernt. Selbst mit bloßem Auge nicht sichtbare Verunreinigungen führen eine schnelle Gerinnung des Blutes während des Versuches herbei. Bei einwandfreier Apparatur kann das Blut 2 bis 3 mal durch die Kapillare geschickt werden, ohne zu gerinnen. Dadurch kann man sich leicht überzeugen, ob die Untersuchungstechnik richtig ist, da die Werte bis Eintritt der Gerinnung gleich bleiben müssen. Um Fehlerquellen möglichst auszuschalten, wurde vor der Untersuchung der Apparat regelmäßig durch Kontrollversuche mit Aqua dest. geeicht und diese Maßnahme während Reihenuntersuchungen wiederholt. Man wird dadurch rechtzeitig auf Fehler aufmerksam, die meistens durch Schmutzpartikelchen hervorgerufen werden.

Da die Temperatur einen starken Einfluß auf die Viskositätswerte hat, wie Rothlein nachwies, wurde stets bei Zimmertemperatur zwischen 19 und 21° C gearbeitet. Nach Rothlein fällt die Viskosität mit steigender Temperatur ab. Die Umrechnung von Werten, die außerhalb der angegebenen Temperatur lagen, erfolgte derart, daß ebenso viele Prozente des gefundenen Wertes zu diesem addiert wurden, als die Temperatur Grade über 20 betrug und umgekehrt.

Bei der Suche nach Normalviskositätswerten des menschlichen Blutes finden sich in der Literatur die unterschiedlichsten Angaben. Übereinstimmend aber kann gesagt werden, daß die Viskosität des menschlichen Blutes einen Faktor darstellt, der sehr stabil ist und nach geringen Schwankungen bestrebt ist, sich stets wieder auf seinen ursprünglichen Wert einzustellen.

Wenn hier von Viskosität gesprochen wird, so ist darunter die Gesamtviskosität des Blutes zu verstehen, nicht aber die Viskosität des Serums oder des Plasmas. Die Untersuchungen vor allem der Serumviskosität sind umständlich anzustellen und die Schwankungen derart gering, daß schon aus diesen Gründen lediglich die Gesamtviskosität bestimmt wurde.

Es ist nicht angängig, ähnlich wie etwa bei der Haemoglobinbestimmung oder Blutkörperchenmessung eine Normalzahl als Basis anzugeben. Reihenuntersuchungen haben gezeigt, daß die Viskosität unter anderem weitgehend von der Zusammensetzung des Blutes besonders in morphologischer Hinsicht abhängig ist und daher von einem Normalwert nicht gesprochen werden kann. Die Viskosität gilt, von extremen Werten abgesehen, als Relationswert, d. h. aus den Änderungen der Werte durch einen bestimmten Einfluß läßt sich auf eine Änderung der Blutzusammensetzung schließen.

Wie abweichend die Ergebnisse verschiedener Autoren bei Reihenuntersuchungen gesunder Menschen waren, zeigt folgende Übersicht:

Autor	Viskosität männlich	weiblich
Heß	4,40	4,74
Oehlecker	4,72	4,38
Determann	4,8	4,52
Rotenberg	4,5—5,5	
Bolognesi	4,4—5,9	
Welch	5,4	5,12
Trumpp	5,1	3,65
Beck und Hirsch	4,2—5,89	
Höber	5,0	

Die Werte gelten für natives Blut. Andere Angaben beziehen sich auf defibriniertes Blut wie z. B. Ewald (2,5—4,0) und Tromsdorff (6,02). Nach Welch und Determann soll Hirudin, das zur Ungerinnbarmachung des Blutes bei dem von Determann angegebenen Apparat nötig war, keinen Einfluß auf die Viskosität haben. Dagegen gibt Burton-Opitz an, daß die Defibrinierung die Blutzähigkeit herabsetzt und daß Zusätze zur Verhinderung der Gerinnung wie Oxalate die Viskosität steigern.

Die Übersicht zeigt, daß die als Grundlage gedachten Werte sehr verschieden angegeben werden. Berücksichtigt man dabei, daß Schwankungen der Viskosität z. B. durch Narkose, wie später gezeigt wird, von 4,0 auf 4,8 sehr eindeutige und hohe Differenzen darstellen, so erklärt sich damit die Unzulässigkeit, aus einer einmaligen Untersuchung, abgesehen von sehr hohen und tiefen Werten, einen Schluß auf „normal“ und „pathologisch“ zu ziehen.

Andererseits ist aus der Tabelle ersichtlich, daß die physiologische Blutzähigkeit bei der Frau durchwegs niedriger ist als beim Mann, eine Beobachtung, die nur von theoretischem Interesse ist.

Die verschiedenen Ergebnisse sind vor allem zu verstehen aus der unterschiedlichen Apparatur, die zu den Versuchen gebraucht wurde. Erst durch Heß wurde auf die Tatsache hingewiesen, daß bei der Konstruktion von Viskosimetern der Druck zu berücksichtigen ist. Durch den Heß'schen Apparat wurde diese Fehlerquelle beseitigt.

Die Einflüsse, die die Viskosität des Blutes unter physiologischen Bedingungen verändern können, sind vielfach untersucht und in der Literatur beschrieben worden.

Blumschky, Koranyi und Bence, Hoeber, Determann, Bachmann, Koltmann, Jorns, Adam, Trumpp, Fischer-Tannenberg, Mayesima, Müller u. a. erwähnen

die viskositätserhöhende Eigenschaft der Kohlensäure. Übereinstimmend wird in der Literatur nachgewiesen, daß sauerstoffreiches Blut deutlich geringere Werte zeigt als kohlensäurereiches. Diese Erkenntnis ist wichtig bei Ausführung jeder Viskositätsbestimmung: wie unten gezeigt wird, muß vor jeder Untersuchung für gute Blutzirkulation im Bereich der Punktionsstelle gesorgt werden, da sonst die Untersuchungen an gestautem, und damit kohlensäurereichem Blut angestellt werden. In diesem Zusammenhang sei die Arbeit von Rotenberg erwähnt, der in einem Fall von Priapismus die Corpora cavernosa penis punktierte und Werte von 7,1, also außergewöhnlich hohe Viskosität fand. Er kommt dabei zu dem Schluß, daß der Priapismus durch Stase der Penisgefäße herbeigeführt wird, wahrscheinlich durch den Druck der gefüllten Harnblase. Durch Inzision und Verabreichung viskositätssenkender Mittel wie Jodkali, konnte er den Priapismus beseitigen. Petschacher und Tropper fanden bei cardialer Dyspnoe stark erhöhte Viskosität, die nach CO_2 Atmung durch die atemanregende Wirkung der Kohlensäure wieder erniedrigt werden konnte.

Ebenso wie der Kohlensäuregehalt des Blutes verändern Zahl und Volumen der Blutelemente sowie der Haemoglobingehalt die Blutzähigkeit. Koltmann, Determann, Bence, Tromsdorff und Blumsky untersuchten den Zusammenhang zwischen Erythrocytenmenge und Viskosität und fanden Viskositätserhöhung bei Zunahme der Blutzellen. Hieraus versteht sich die Beobachtung, daß bei Leukämie die Viskosität zunimmt, während sie andererseits bei Anaemien abnimmt. Simon hält sogar die Erythrocytenmenge als entscheidend und bezeichnet alle anderen Faktoren als untergeordnet. Rotky dagegen bestreitet, daß Zahl und Volumen der Blutzellen einen Einfluß ausübe. Heß gibt als Anhaltspunkt zur Errechnung von Normal-Viskositätswerten, um Schwankungen durch die Haemoglobinzahlen zu vermeiden, die Formel an:

$$\frac{\text{gefundener Hgl-Wert}}{\text{gefundener Viskos.-Wert}} = 17-21$$

Viskositätssenkungen durch Infusionen verstehen sich aus der Blutverdünnung heraus (v. Seemen, Trumpp). Die Erniedrigung ist jedoch nicht anhaltend, sondern nur vorübergehend. Von den weiteren Ausführungen sei vorweggenommen, daß nach einem Aderlaß die Blutviskosität sofort abfällt durch Einschießen des Gewebswassers in die Blutbahn. Durch Infusion physiologischer Kochsalzlösung können die Werte noch weiter erniedrigt werden. Wird jedoch Aqua dest. infundiert, so tritt eine Erhöhung ein, die durch Quellung der Erythrocyten zu verstehen ist (v. Seemen, Burton-Opitz). Simon sah dagegen keine Änderung der Viskosität nach Infusionen und subcutaner Kochsalz-Injektion.

Daß Blutverdünnung bezw. Wasserverlust aus der Blutbahn die Viskosität ändern können, zeigte Hoeber, der bei allen übermäßigen Wasserabgaben aus dem Organismus durch Schwitzen, erhöhte Muskelarbeit, heiße Luftbäder, Cholera und Durchfälle eine Eindickung des Blutes und somit eine Erhöhung der Viskosität nachwies. Simon und Müller dagegen fanden nach Schwitzbädern in Heißluft keine Änderung der Werte.

Von anderen Faktoren erwähnt Ewald die viskositätssteigernde Wirkung von Chloral, Nikotin, Äther, Chinin, Phosphorsäure (Rotky), Curare und Glykocholsäure. Haro und Ferrai sahen im Gegensatz zum Äther eine Steigerung durch Chloroform. Auf diese Wirkung soll später noch näher eingegangen werden.

Die von Rotenberg therapeutisch angewandte viskositätssenkende Fähigkeit des Jodkalis konnte von Müller und Inada in einigen Fällen bestätigt werden.

Herzfeld und Schinz fanden eine Senkung durch Strahleneinwirkung. Die übrigen in der Literatur angeführten Viskositätsschwankungen verstehen sich zum größten Teil durch Erkrankungen, die eine Verschiebung des Wassergleichgewichtes im Organismus hervorrufen. So sah Trumpp eine Viskositätssenkung durch Myxoedem, Uraemie, Ekzem, Lues hereditaria und Herzfehler ohne Zyanose, eine Steigerung durch akute alimentäre Intoxikation. Rotky und Bence berichten von einer Senkung durch Nephritis, hervorgerufen durch Hydraemie.

Schwankungen der Viskosität bei Nervösen beobachtete Veil. Er kommt zum Schluß, daß bei psychisch Labilen geringe Schwankungen bestehen zwischen Schlafen und Wachsein und führt dies auf vasokonstriktorische Beeinflussung zurück.

Bei den dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen wurde anfangs diese Tatsache berücksichtigt, und die Versuchspersonen möglichst einige Tage vor dem Eingriff laufend untersucht. Es konnten jedoch in keinem Falle Differenzen gesehen werden, sodaß diese Beobachtung vernachlässigt wurde. Wahrscheinlich ist bei chirurgisch Kranken die Schwankung derart gering, daß sie nicht erfaßt werden konnte.

Für chirurgische Erkrankungen sind die Beobachtungen von Simon und Oehlecker von Interesse. Beide Autoren sahen bei schwerer Peritonitis ein Ansteigen der Viskosität je nach dem Grad der Entzündung. Nach Simon ist eine Viskositätserhöhung bei Verdacht auf Peritonitis eine Indikation zur Operation. Oehlecker macht die Entscheidung, ob nach Appendektomie das Operationsgebiet drainiert werden soll oder nicht, von der Höhe der Viskositätssteigerung abhangig. Die Viskositätswerte sind dabei ausschlaggebend zur Klärung der Differenzialdiagnose zwischen Tubargravi-

dität und perforiertem Appendix, da nur in letzterem Fall eine Erhöhung eintritt.

Es ist Aufgabe dieser Arbeit, die Zusammenhänge zwischen Blutviskosität und Narkose zu untersuchen. Bei den Viskositätsschwankungen, die bei zunächst 62 Versuchspersonen beobachtet wurde, zeigte sich, daß grundsätzlich unterschieden werden muß zwischen der Beeinflussung durch die Narkose und durch den bei jedem Eingriff einsetzenden Blutverlust. Die Untersuchungsergebnisse beim Menschen ließen eine Trennung nicht zu, es mußte daher zu Tierversuchen gegriffen werden, um gesondert die Veränderungen nach Aderlässen und später nach Narkosen ohne Eingriff und Blutverlust zu untersuchen.

Im Einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen: Die Versuchspersonen wurden möglichst bereits einige Tage vor der Operation laufend untersucht auf:

1. Blutviskosität,
2. Erythrocytenmenge,
3. Haemoglobingehalt und
4. wurde der Wassergehalt des Blutes bestimmt.

Viskositätsmessung wie bereits beschrieben mit dem Viskosimeter nach Hellige.

Erythrozytenzählung mit der Neubauer'schen Kammer. Haemoglobinmessung mit dem Haemoglobinmeter von Zeiß.

Der Wassergehalt wurde bestimmt durch Auffangen von 0,8 bis 1,0 ccm Blut nach Armvenenpunktion in ausgewogener Glasschale, Verdampfen bei 120° bis zur Konstanz der Gewichte und Errechnung der Wasserprozente aus dem Trockenrückstand. Kurz vor der Narkose erneute Messung und Wiederholung in Abständen von $^1/_4$ Stunde, später 6—12stündig.

Bereits aus diesen Messungen konnte erkannt werden, daß sämtliche Werte bis zum Eintritt der Narkose konstant blieben. Zwei Fälle, bei denen Viskositätsschwankungen in geringer Höhe durch starken Wasserverlust vor der Narkose durch Darmkatarrh erfolgten, wurden nicht weiter berücksichtigt und nicht in die Versuchsreihe aufgenommen.

Von den 62 Versuchspersonen erhielten:

35 Äthernarkosen

17 Evipan-Narkosen und

10 Chloroformnarkosen.

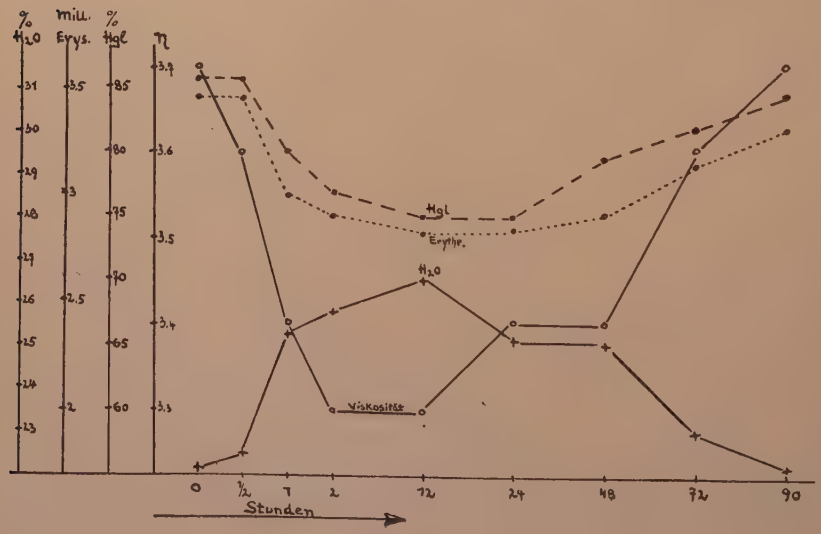
I. ÄTHER-NARKOSEN.

Die Ergebnisse gleichen sich mit geringen Schwankungen. Operationsdauer zwischen 35 Minuten und 2 Stunden. Verbrauchte Äthermengen zwischen 80 und 350 ccm.

Beispiel:

Patientin K., 40 Jahre. Chronische Appendicitis.
Operation: Appendektomie. Dauer: 45 Minuten.
Verbrauchte Äthermenge: 110 ccm. Ruhiger Schlaf.

Zeit	Viskosität	Haemogl. %	Millionen Erythroz.	Verdampf. Rückst. %	Wasser-gehalt %
0	3.7	86	3.96	76.9	23.1
$^1/_2{}^h$	3.6	86	3.96	76.6	23.4
1^h	3.4	80	3.50	73.7	26.3
2^h	3.3	78	3.42	73.2	26.8
12^h	3.3	75	3.40	72.6	27.4
24^h	3.4	75	3.40	73.9	26.1
48^h	3.4	79	3.45	74.0	26.0
72^h	3.6	81	3.68	76.4	23.9
90^h	3.7	84	3.76	76.8	23.2



Aus den gefundenen Zahlen läßt sich ablesen, daß etwa 30 Minuten nach Beginn der Narkose die Viskosität absinkt, den tiefsten Wert nach 2—4 Stunden erreicht und nach 4—6 Tagen wieder den Anfangswert zeigt. Parallel damit ist eine Verminderung der Erythrozytenmenge und des Haemoglobingehalts zu beobachten. Aufschluß über die Frage der Ursache des Absinkens gibt der Verlauf der Kurve des Wassergehalts des Blutes. Sofort mit Erhöhung des Wassergehalts tritt eine Verminderung der Blutzähigkeit ein, die durch die Verdünnung des Blutes infolge Eintretens des Gewebewassers in die Blutbahn zu erklären ist (s. Tierversuche).

Eine ähnliche Wirkung zeigt die

II. EVIPAN-NARKOSE.

Auch hier wieder das sofortige Absinken der Viskositätskurve und parallel damit eine Verminderung des Haemoglobins und der Erythrozyten. Die Verdünnung setzt hier jedoch früher ein als bei der Äthernarkose (15—20 Minuten). Die Ausgangswerte sind bereits nach durchschnittlich 90 Stunden wieder erreicht, oft bereits früher. Bis auf wenige Ausnahmen wurden zur Narkose 10 ccm Evipan-Natrium i. v. injiziert. Die durch diese Flüssigkeitsmenge erzeugte Blutverdünnung könnte schon als Ursache der Viskositätssenkung angesehen werden. Parallelversuche durch Injektion von 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung ergaben jedoch ebenso wie die später beschriebenen Tierversuche keinerlei meßbare Änderung der Viskositätswerte.

III. CHLOROFORM-NARKOSE.

Die an 10 Personen untersuchten Chloroformnarkosen ergaben kein derart klares Bild wie bei den Äther- und Evipannarkosen. In 3 Fällen wurde eine geringe Erhöhung der Viskosität gesehen, bei den übrigen 7 Personen eine leichte, schnell reversible Senkung der Werte. Durchschnittlich trat die erste Wirkung nach 80 Minuten auf, das ist etwas später als bei den anderen Narkosearten. Die nach dieser Zeit erfolgte Senkung blieb konstant bis ca. 6 Stunden und stieg dann bei geringen Blutverlusten nach 16—20 Stunden wieder zum Ausgangswert an. Die in den 3 Fällen beobachtete Viskositätserhöhung ging ebenfalls parallel mit einer geringen Erhöhung der anderen untersuchten Faktoren, fiel aber schon nach 5 Stunden wieder zur Norm ab. Diese Erscheinung, die sich auch bei den Tierversuchen wiederholte, dürfte auf die in allen 3 Fällen vermerkte starke Excitation und geringe Schlaftiefe der Patienten zurückzuführen sein, die vermutlich eine Ausschwemmung der Erythrozyten aus dem Knochenmark erzeugte und dadurch die Werte

hochtrieb. Es handelt sich bei den Operationen in Chloroformnarkose außerdem um schnelle Eingriffe (Lappendurchtrennung bei Gesichtsplastik u. ä.), die ohne völlige Entspannung im Gegensatz zu den Evipan- und Äthernarkosen vorgenommen wurden.

Diese Beobachtungen stehen im Gegensatz zu verschiedenen anderen Autoren, die nach Operationen (Narkose und Blutverlust) eine Erhöhung der Blutviskosität sahen. So beschreibt Hirsch die durch Vermehrung der Blutzellen, Zellzerfall, Zunahme des Volumens der Blutzellen durch Quellung als Wirkung der CO_2-Zunahme hervorgerufenen Viskositätserhöhung. In ähnlicher Weise erwähnten Bolognesi und Müller eine postoperative Viskositätszunahme, bei der allerdings die Narkose als unwichtiger Faktor genannt wird. Oliva, Müller, Mingazzini, Fischer-Tannenberg, Mayesima u. a. sahen ebenfalls eine Erhöhung, Odinow in $^3/_4$ der untersuchten Fälle, und Simon eine kurzandauernde Steigerung von 1 bis 2 Tagen. Andererseits bestätigen die Untersuchungsbefunde die Beobachtung Müllers, daß Haemoglobin- und Erythrozytenzahl sich parallel zur Viskositätskurve ändern.

Aus den bisher gezeigten Zahlen ist noch nicht zu erkennen, ob die Narkose allein oder der mit dem Eingriff verbundene Blutverlust das auslösende Moment der Blutveränderungen darstellt. Die Tierversuche geben darüber Auskunft:

Zunächst zur Untersuchung der Wirkung durch den

BLUTVERLUST.

An 5 kräftigen Kaninchen wurde ein Aderlaß von 30 bis 40 ccm ohne Narkose vorgenommen. Das entspricht bei einem durchschnittlich 2 kg schweren Tier, dessen Blutmenge auf 5% des Körpergewichtes angenommen wurde, einem Blutverlust von 30 bis 40%. Das Blut wurde gewonnen durch Punktion der Ohrvenen.

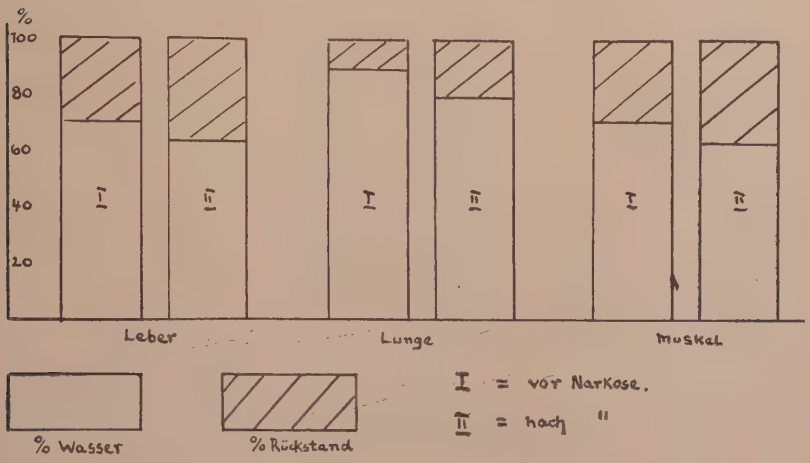
Die Blutwerte sanken in ähnlicher Form wie bei den Narkoseversuchen am Menschen nach 30 Minuten ab. Nach 70 bis 120 Stunden waren die Normalzahlen der Viskosität wieder erreicht, während die Haemoglobin- und Erythrozytenwerte erst wesentlich später wieder zur Norm zurückkehrten.

Um einen Einblick in die Wasserverschiebung aus den Geweben in die Blutbahn, die als Ursache der Viskositätssenkung angesehen wurde, zu erhalten, wurde versucht, zu Durchschnittszahlen des Wassergehalts von Lunge, Leber und Muskeln gesunder, nicht vorbehandelter Tiere zu gelangen.

Tötung der Tiere durch Nackenschlag. Sofortige Sektion und Bestimmung der Verdampfungsrückstände von Teilen aus Leber, Lunge und Muskeln.

Nunmehr wurden aus den Ohrvenen von 5 weiteren Tieren 30 bis 40 ccm Blut entnommen und die Tiere nach Erreichen des tiefsten Viskositätswertes getötet. Wie oben Bestimmung des Wassergehalts der Organe.

Die Abbildung zeigt graphisch dargestellt, daß nach dem Blutverlust eine deutliche Abnahme des Wassergehalts vor allem der Lunge eintritt, in demselben Maße, wie sich der Wassergehalt des Blutes vermehrt. (S. Kurve Nr. 1)



Aus diesen Beobachtungen heraus konnte der Beweis der Behauptung, daß die Viskositätssenkung nach Blutverlust durch Verschiebung des Gewebewassers in die Blutbahn erfolge, erbracht werden.

Die Befunde stimmen überein mit Patursky, Windfeld, Simon und Walther, die nach Blutverlust eine Abwanderung des Gewebswassers zur Auffüllung des zirkulierenden Blutvolumens sahen. Canger konnte allerdings nur eine Veränderung des Wassergehalts innerhalb 1% sehen.

Aus dem Fragekomplex ist somit die viskositätssenkende Wirkung des Blutverlustes und deren Ursache erklärt. Die Untersuchung der Wirkung der Narkose ohne Blutverlust war Aufgabe weiterer Tierversuche.

Es wurden insgesamt 18 Kaninchen in tiefe 1 stündige Narkose gelegt. Bestimmung der Blutwerte wie bisher. Es entfallen je 6 Tiere auf Äther-, Chloroform- und Evipannarkosen.

Die Ergebnisse stimmen mit denen der beim Menschen beschriebenen kombinierten Narkose mit Blutverlust überein,

erfahren nur insoweit eine Änderung, als die Anfangswerte früher wieder erreicht wurden. Die Dauer der Veränderungen betrugen durchschnittlich:

nach Äthernarkose; 70 Stunden,
nach Evipannarkose: 50 Stunden,
nach Chloroformnarkose; 24 Stunden.

In gleicher Weise fielen Haemoglobin- und Erythrozytenwerte ab, um ungefähr zur selben Zeit wie die Viskosität wieder ihre Ausgangswerte zu zeigen. Im selben Ausmaße Zunahme des Blutwassergehaltes. Keinen Einfluß hatte die verbrauchte Menge der Narcotica bei Evipan- und Äthernarkosen. Trotz tiefen Schlafes in Narkose wurde bei einigen Tieren absichtlich möglichst große Mengen Narcotica zugesetzt, während andere nach Erreichung der Entspannung nur die zur Fortsetzung nötige Menge erhielten. In beiden Fällen war der Grad der Viskositätssenkung gleich, wie auch die Dauer bis zum Wiedererreichen der Anfangszahlen.

Nach Natale soll Dauer und Art der angewandten Narkose ohne Einfluß auf den Wassergehalt sein. Durch die angeführten Versuche konnte dies nicht bestätigt werden.

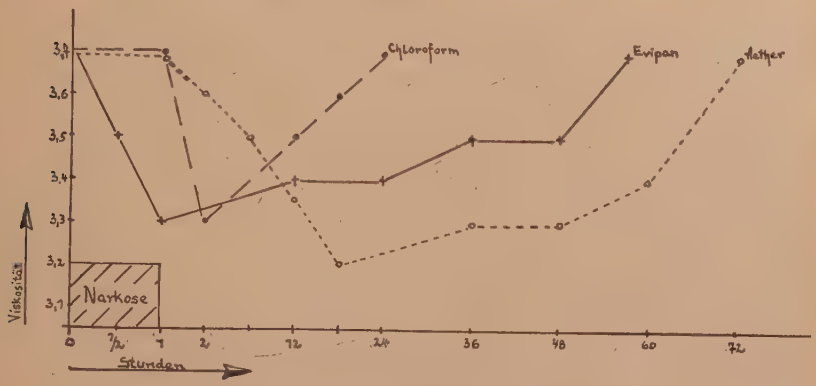
Bei den Chloroformnarkosen wurde in einem Falle trotz tiefen Schlafes keine Änderung aller Werte gesehen. Es würde dieser eine Befund eine Bestätigung der Beobachtung Olivas darstellen, der ein Gleichbleiben der Viskosität nach Chloroformnarkose beschreibt. Rückschlüsse würden jedoch erst weitere ähnliche Fälle zulassen, die in der Versuchsreihe nicht zur Verfügung stehen.

In einem anderen Falle trat nach Chloroform eine geringe Erhöhung aller untersuchten Faktoren ein. Es handelte sich um ein sehr kräftiges Tier, das stark excitierte. Der Anstieg der Viskosität und der Erythrozyten dürfte auf eine Ausschüttung der Erythrozyten aus den blutbereitenden Organen durch die Excitation zurückzuführen sein.

Bei den Äther- und Evipannarkosen — 52 Untersuchungen beim Menschen und 12 Tierversuche — wurde in keinem Falle eine Erhöhung der Viskosität gesehen.

Während beim Blutverlust als Ursache der Viskositätssenkung der Übertritt des Gewebewassers in die Blutbahn zur Auffüllung des verminderten Volumens erkannt wurde, ist bei der Narkose allein die Wasservermehrung als auslösender Faktor der Senkung nicht ausreichend. Es fehlt die Erklärung, aus welchem Grunde die Wasserverschiebung auch ohne Blutverlust einsetzt. Die Frage bleibt offen, ob die Narcotica eine Schädigung des Zwischenhirns im Sinne einer Beeinflussung der Steuerung des Wassergleichgewichts erzeugen. Auffallend ist der Befund, daß dabei die Menge der verbrauchten Narcotica ohne Einfluß bleiben.

In der Abbildung sind die Ergebnisse der Viskositätsänderungen durch die drei Narkosearten zusammengestellt.



Kontrollversuche ergaben, daß nach Erreichen des tiefsten Viskositätswertes der Wassergehalt von Lunge, Leber und Muskeln in gleicher Weise wie nach Blutverlust ohne Narkose abgenommen hatten unter gleichzeitiger Erhöhung des Wassergehalts des zirkulierenden Blutes.

ZUSAMMENFASSUNG.

Es wurden an 62 Versuchspersonen und 18 Tieren die Wirkung von Äther-, Chloroform- und Evipannarkosen auf die Viskosität, Erythrozyten-, Haemoglobin- und Wassergehalt des Blutes untersucht. Bis auf 3 Fälle nach Chloroformnarkose trat in jedem Fall eine Senkung von Viskosität, Haemoglobin und Erythrozytenzahl ein, hervorgerufen durch eine Wassererhöhung des Blutes.

Zur Klärung der Frage, ob bei Operationen der Blutverlust oder die Narkose das auslösende Moment der Viskositätssenkung ist, wurden Kaninchen nach Blutverlust ohne Narkose und nach Narkose ohne Blutverlust untersucht. In beiden Fällen trat dieselbe Wirkung ein, Rückkehr zu den Anfangswerten dagegen nach Blutverlust später als nach Narkose allein. Die geringste und am schnellsten reversible Senkung wurde nach Chloroformnarkose beobachtet, die tiefste und andauerndste nach Äthernarkose.

Die von anderer Seite gesehene Erhöhung der Blutviskosität nach Operationen konnte nicht bestätigt werden.

Herrn Professor Dr. Magnus danke ich verbindlichst für die Überlassung der Krankheitsfälle, Herrn Privatdozent Dr. Jaeger für die freundliche Übernahme des Referates und Herrn Dr. Ehlert, Assistenzarzt der Klinik, für die Anregungen und Anleitung bei der Ausführung der Arbeit.

LEBENSLAUF.

Am 5. Juli 1911 wurde ich als Sohn des Dipl.-Ingenieur Emil Teischinger und seiner Ehefrau Edith, geb. Gatterer in Hamburg-Harburg geboren. Nach Besuch der Vorschule absolvierte ich das Städtische Realgymnasium und bestand an derselben Anstalt im März 1932 die Reifeprüfung. Im Sommer-Semester 1932 wurde ich an der medizinischen Fakultät der Universität Berlin immatrikuliert, bestand im Juni 1934 das Physikum und setzte mein Studium während des klinischen Teils an der Universität München fort. Am 20. Juni 1938 bestand ich hier das medizinische Staatsexamen. Während des praktischen Jahres blieb ich als Medizinalpraktikant an der Chirurgischen Universitätsklinik München und später an der Kinderabteilung des Krankenhauses Schwabing-München. Als Famulus war ich während der Semesterferien 1932 bis 1937 insgesamt 16 Monate an der Prosektur des Städtischen Krankenhauses Hamburg-Harburg und 7 Monate an der Chirurgischen Abteilung derselben Anstalt beschäftigt, sowie 3 Monate am Pathologischen Institut der Universität München. Vom April bis Oktober 1935 leistete ich meine Arbeitsdienstpflicht ab. Die militärische Ausbildung erhielt ich in 3 Übungen beim Pionier-Batl. 50 Hamburg-Harburg und später im Standortlazarett Hamburg.

LITERATUR.

1. Adam: Zeitschrift für klin. Med., Bd. 68. H. 3/4
2. Bachmann: D. Arch. für klin. Med. 94, 1908
3. Bence: M.M.W. 9, 1906
4. Block: zit. nach Neuschlosz s. d.
5. Blumschky: Inaug.-Dissertation Zürich, 1908
6. Bolognesi: Zentralbl. für Chir. 34, 1909
7. Burton-Opitz: Journal of physiol. 32, 1904
   Pflügers Arch. 82, 1900
   „ „ 119, 1907
   Arch. f. ges. Phys. 82, 1900
   „ „ „ „ 112, 1906
   „ „ „ „ 119, 1906
8. Canger: Osp. magg. (Milano) 25, 1937
9. Determann: M.M.W. 19, 1906
   M.M.W. 23, 1907
   Berl. Klin. Wochenschrift 22/23, 1907
   Zeitschr. für klin. Med. 59, 1906
   Die Viscosität des menschlichen Blutes, Wiesbaden 1910
10. Ewald: Arch. für Phys. 1877
11. Fischer-Tannenberg: zit.: Geißendörfer, 1935, „Thrombose u. Embolie"
12. Ferrai: Arch. di fisiol. 1, 1904
13. Geißendörfer: „Thrombose und Embolie", 1935
14. Haro: Opt. rend. hebd. scéances de l'acad. d. sciences 83, 1876
15. Herzfeld und Schinz: zit.: Geißendörfer „Thrombose und Embolie"
16. Heß: M.M.W. 45, 1907
   Wiener Kl. Rundschau, 1908
   Med. Klinik, 1909
   Arch. f. ges. Phys. 140, 1915. 180, 1920
   Zeitschr. f. Kl. Med. 71, 1910
   Zeitschr. f. Kl. Med. 74, 1912
   D. Arch. f. kl. Med. 94, 1908
   Berl. Kl. Wochenschr., 1913
   Vierteljahresschrift der Naturforscher-Ges. Zürich 51, 1906
17. Hirsch: M.M.W. 32, 1925
18. Hirsch und Beck: M.M.W. 49, 1900
   D. Arch. f. kl. Med. 69, 1900
   D. Arch. f. kl. Med. 72, 1901
19. Höber: Pflügers Archiv 101/102, Lehrbuch der Physiologie
20. Jorns: Med. Klinik 28, 1909

21. Koltmann: M.M.W. 13, 1907
Korrespondenzblatt der Schweizer Ärzte 5, 1907
(Mittlg. Grenzgeb. Med. u. Chir. 21, 1910)
22. Koranyi und Bence: Pflügers Arch. 1910, 110, 1905
23. Mayesima: zit.: Geißendörfer „Thrombose und Embolie"
24. Mingazzini: Arch. Soc. ital. Chgr., 1936
25. Münzer: zit.: Neuschlosz. s. d.
26. Müller: Monatsschr. Geburtsh. 95, 1933
27. Müller und Inada: D.M.W. 1904
28. Müller: Zentralblatt Chir. 41, 1909
(Mittlg. Grenzgeb. Med. u. Chir.) 21, 1910)
29. Naegeli: Blutkrankheiten und Blutdiagnostik, Leipzig 1919
30. Natale: Atti e. Mem. Soc. lomb. Chir. 5, 1937
31. Neuschlosz: Handbuch d. norm. u. path. Phys., Bd. VI, 1928
32. Oliva: Hefters Handbuch d. Pharmak. Bd. 1
33. Odinow: zit.: Geißendörfer s. d.
34. Oehlecker: Bl. kl. W. 13, 1910
35. Ostwald: zit.: Neuschlosz
36. Patursky: Inaug.-Dissertation Leipzig, 1922
37. Petschacher und Tropper: Arch. f. innere Med. Bd. 13
38. Rotky: M.M.W. 16, 1907
39. Rothlein: Pflügers Archiv 179, 1920
40. Rotenberg: J. d'Urolog. 39, 1935
41. v. Seemen: Zentralblatt für Chir., 1930
42. Simon: Beiträge z. Kl. Chir. 72, 1911
43. Trumpp: M.M.W. 42, 1909
44. Tromsdorff: Arch. f. exp. Path. 45, 1905
45. Veil: Arch. f. kl. Med. 112, 1913
Arch. f. kl. Med. 113, 1914
46. Walther: Lancet. 1, 1937
47. Welch: Hearts 3, 1911
48. Windfeld: Acta chir., scand. (Stockholm) 79, 1937